

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Speciální chemicko-biologické obory
Studijní obor: Molekulární biologie a biochemie organismů



Iva Trsová

**Faciální rekonstrukce: Chyba predikce obličejových znaků a
rozpoznatelnost obličeje**

Facial reconstruction: an error of facial features prediction and facial recognition

Bakalářská práce

Školitelka: Mgr. Pavla Zedníková Malá

Praha, 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 12. 5. 2017

Podpis:

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat své školitelce Mgr. Pavle Zedníkové Malé za její trpělivost, cenné rady a možnost psát bakalářskou práci pod jejím vedením. Další poděkování patří mé rodině za podporu v průběhu celého studia.

Abstrakt

Rekonstrukce přibližné podoby obličeje podle znaků na lebce je jednou z možností, jak odhadnout podobu a vytipovat identitu člověka. Její využití v praxi ale čelí nemalé kritice. Ani v dnešní moderní době se nejedná o výlučně vědecký postup, který by měl vysokou úspěšnost a vždy vedl k rozpoznání cílového jedince. Své uplatnění nachází hlavně v archeologii a ve forenzní antropologii. Pro každou část obličeje existuje více predikčních principů. Každý autor preferuje jiný a stále přicházejí nové. Cílem bakalářské práce je vytvoření přehledu dosavadních predikčních principů využívaných při rekonstrukci podoby obličeje zepředu s informací o jejich přesnosti/spolehlivosti a zmapování problematiky rozpoznávání obličejů se zaměřením na vliv změn v poloze či velikosti obličejových prvků (očí, nosu, rtů).

Klíčová slova: rekonstrukce obličeje, predikce obličeje, metody rekonstrukce, změna polohy obličejových znaků, přesnost

Abstract

Approximate facial reconstruction by features of the skull is one of the ways of estimating a person's appearance and assessing their identity. However, its use in practice has often been criticised. Even in our modern age, it is not an exclusively scientific method with an outstanding success ratio that would under any circumstances lead to identification of the target individual. It is applied primarily in archeology and forensic anthropology. There are more predictions methods for each part of the face. Each author prefers a different one and new ones are still emerging. The aim of the thesis is to provide an overview of the current prediction methods used in frontal facial reconstruction and also provide information about their precision/reliability. Furthermore, the thesis introduces the matter of facial reconstruction with focus on the changes in the position or size of the facial features (eyes, nose, lips).

Key words: facial reconstruction, facial prediction, methods of reconstruction, change the position of facial features, accuracy

Obsah

1.	ÚVOD.....	7
2.	PRINCIPY REKONSTRUKCE ČÁSTÍ OBLIČEJE PŘI POHLEDU ZEPŘEDU.....	9
2.1.	OKO.....	9
2.1.1.	<i>Oční koule.....</i>	<i>9</i>
2.1.2.	<i>Koutky oka.....</i>	<i>10</i>
2.2.	OBOČÍ.....	12
2.3.	Nos.....	12
2.3.1.	<i>Šířka nosu.....</i>	<i>13</i>
2.4.	ÚSTA.....	14
2.4.1.	<i>Ústní štěrbina.....</i>	<i>15</i>
2.4.2.	<i>Šířka úst.....</i>	<i>16</i>
2.4.3.	<i>Výška úst.....</i>	<i>18</i>
3.	PERCEPCE OBLIČEJE	21
3.1.	HOLISTICKÝ MODEL VNÍMÁNÍ	23
3.2.	FACIÁLNÍ REKONSTRUKCE V PRAXI	24
3.3.	ČÁSTI OBLIČEJE A JEJICH VLIV NA PERCEPCI.....	27
3.3.1.	<i>Oči.....</i>	<i>27</i>
3.3.2.	<i>Nos.....</i>	<i>29</i>
3.3.3.	<i>Ústa</i>	<i>30</i>
3.3.4.	<i>Obočí.....</i>	<i>31</i>
4.	ZÁVĚR.....	32
5.	LITERATURA	36

1. Úvod

Rekonstrukce či aproximace podoby člověka podle lebky (faciální rekonstrukce, faciální aproximace) je metoda, která využívá tvaru lebky k odhadu vzhledu jedince v čase smrti. Opírá se o poznatky o vzájemných vztazích mezi velikostí a tvarem obličejových částí a částí lebky, a také šířky/tloušťky měkkých tkání v daných antropometrických bodech na obličeji (Claes et al., 2006). Tuto metodu je možné využít při policejním vyšetřování, kdy pomáhá vytipovat pravděpodobnou totožnost neznámého těla. Používá se hlavně v případech, kdy se nepodaří najít žádné jiné vodítko pro identifikaci neznámé mrtvé osoby (Wilkinson, 2010). Zda se skutečně jedná o jedince, který byl vytipován na základě faciální rekonstrukce, je nezbytné prokázat pomocí spolehlivých metod (např. analýza DNA, porovnání rentgenových snímků) (Wilkinson et al., 2006). Další využití metoda rekonstrukce nachází při archeologických výzkumech při vytváření podoby osob z minulosti (Wilkinson, 2010).

Jako první začal s využitím 3D metody ruský antropolog Mikhail Mikhaylovich Gerasimov (1907-1970). Pozoroval tloušťku pokrývů lebky a provedl manuální rekonstrukci tím, že na lebku umístil vrstvu svalů, měkkých tkání a tenkou vrstvu kůže. Ve stejné době vznikla v USA podobná metoda, která se ale tolik neopírá o anatomii. Spíše spoléhá na tabulkové hodnoty šířek měkkých tkání. Nakonec britský expert na faciální rekonstrukce Richard Neave obě metody spojil (Claes et al., 2010).

Původní manuální metody, jako je modelace obličeje z hlíny či plastelíny, které dovolují příliš velkou míru subjektivity, nahrazují počítačové technologie, kdy automatické počítačové zpracování stále méně dovoluje autorovi jakýkoli zásah vlastní fantazie do vytváření podoby. Dnes se počítačové rekonstrukce nejvíce uplatňují při policejní práci (Wilkinson et al., 2006).

Antropologickou společnost můžeme rozdělit na dvě pomyslné skupiny. Jedna odmítá jakoukoli spolehlivost a přínos faciálních rekonstrukcí k identifikaci člověka. Naopak druhá skupina se snaží prokázat její pozitivní stránku. Není pochyb o tom, že při vytváření rekonstrukce podoby obličeje často dochází k chybám, avšak mnohdy se jedince podaří identifikovat jen díky zveřejnění možné podoby v médiích (Quatrehomme et al., 2007).

Důkazem ve prospěch kritiků byly například výsledky experimentu, kdy vědecký tým vytvořil 4 aproximace na základě 4 různých lebek s využitím 4 odlišných metod. Šestnáct výsledných obličejů bylo prezentováno 37 lidem v různých věkových kategoriích, kteří měli za úkol vybrat cílového jedince z několika nabízených fotografií. Ve výsledku z 592 identifikací bylo 403 chybných. Takto vysoký podíl falešných pozitivních identifikací potvrzuje názor, že faciální aproximace nemůže sama o sobě sloužit k jednoznačné pozitivní identifikaci jedince. Na druhou stranu sami autoři připouštějí, že najde-li se alespoň jeden člověk, který rozpozná cílového jedince, který je následně identifikován jinými forenzními metodami, je metoda rekonstrukce užitečná. V jejich experimentu by bylo možno očekávat úspěšnou identifikaci v 81 % případů, protože 13 z 16 provedených rekonstrukcí bylo správně rozpoznáno alespoň jedním člověkem (Stephan & Henneberg, 2001).

Existuje několik postupů, kterými lze dosáhnout zrekonstruování obličeje, ale každý z nich dává trochu jiný výsledek. Antropologové se dodnes přou, který z nich je ten nejpřesnější. Některá vodítka pro predikci jednotlivých obličejových znaků již byla testována (např. Stephan, 2002; Stephan, 2003; Stephan et al., 2009; Wilkinson et al., 2003; Rynn et al., 2010). Výsledky těchto testů jsou číselné hodnoty, které vyjadřují, o kolik (milimetrů nebo procent) se poloha či velikost zrekonstruovaného znaku liší od skutečného rozměru či umístění, a zda je tento rozdíl statisticky významný. Tyto chyby v predikci často dosahují hodnot pouze jednotek milimetrů.

Ve své bakalářské práci se zaměřím na charakterizování predikčních vodítek u jednotlivých částí obličeje, a to především z pohledu zpředu. Ve druhé části se budu zajímat o vliv chybovosti zpracovaných rekonstrukcí při rozpoznání osoby. Toto téma jsem si zvolila, protože si myslím, že je ve faciálních rekonstrukcích velký potenciál i přes velkou míru kritiky. Cílem práce je zhodnotit různé používané metody a pokusit se zjistit dopad chyb, kterých se autor rekonstrukce může dopustit. Jinými slovy, jak moc velkou nepřesnost si smí dovolit, aby nebyla jeho práce zbytečná.

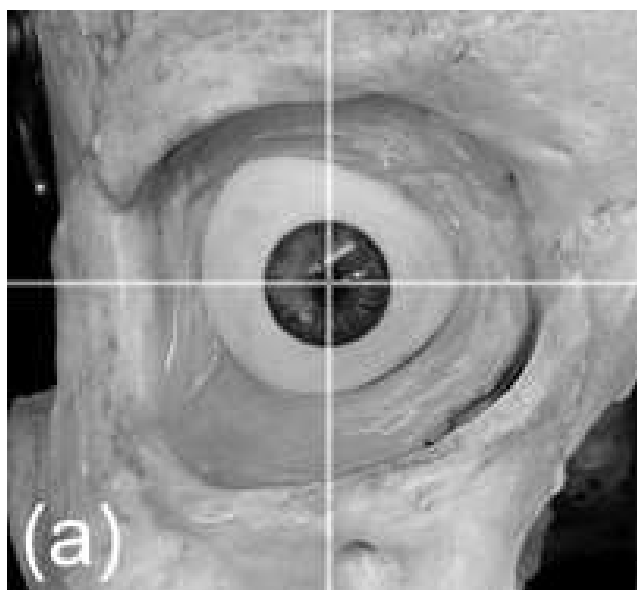
2. Principy rekonstrukce částí obličeje při pohledu zepředu

2.1. Oko

2.1.1. Oční koule

Rekonstrukce polohy oční štěrbiny blízce souvisí s odhadem polohy vnitřního a vnějšího koutku oka a oční bulvy v orbitě (Wilkinson, 2010). Existuje několik metod k určení pozice oka v očnici (Stephan & Davidson, 2008).

V roce 1984 B. P. Gatliff zveřejnila článek, kde popsala svou metodu, jak rekonstruovat oko v očnici. Jednalo se o centrální polohu oční koule v očnici (Obr 1.), kdy osa oka vedla od superiorního k inferiornímu okraji očnice. Zornici umísťovala do průsečíku nejdelší výšky a šířky oka (Gatliff, 1984). B. P. Gatliff nebyla jediná, kdo využíval centrální polohu oční koule (Taylor, 2000), (Krogman & İşcan, 1986). Tento postup byl ale vyvrácen (Stephan & Davidson, 2008).

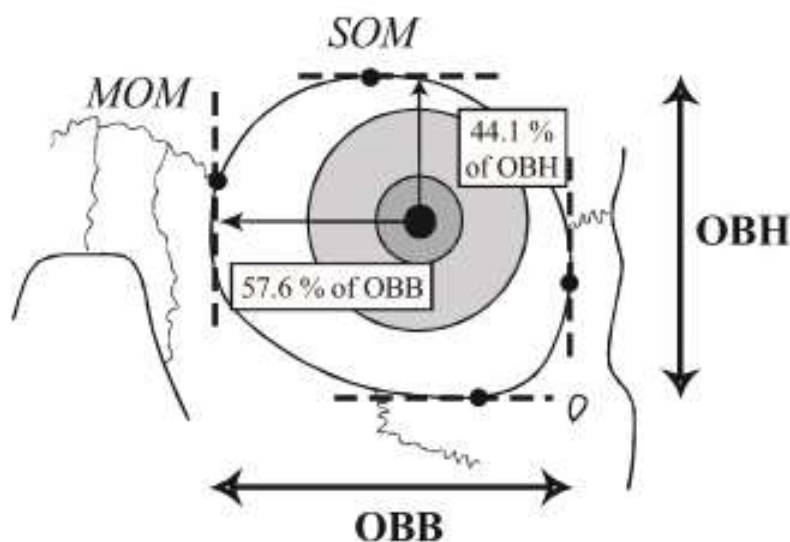


Obr 1. Centrální poloha oční koule v očnici (Stephan & Davidson, 2008)

Ve studii podle Stephana & Davidsona (2008) se uvádí, že střed oční koule oproti středu očnice leží blíže k laterálnímu a hornímu okraji očnice. Střed oka, kterým se myslí střed zornice, definovali i číselně, vzdálený konkrétně 16,2 mm od horního okraje, 18,3 mm od dolního okraje, 14,8 mm od laterálního okraje a 17,8 mm od mediálního okraje očnice. Odchylka měření u vzdálenosti středu zornice a superiorního vrcholu očnice

byla 1,1 mm a u vzdálenosti střed zornice - laterální okraj očníce 1,4 mm (Stephan & Davidson, 2008). V navazující práci z roku 2009 Stephan výše uvedené nálezy potvrdil a upřesnil. Měření bylo prováděno na mrtvolách, a když výsledky porovnali s živými jedinci, dospěli k velice podobným výsledkům. Hodnoty pro odhad polohy středu zornice byly upřesněny konkrétně takto: 16,9 mm od horního okraje, 19,4 mm od dolního okraje, 15,5 mm od laterálního a 20,9 mm od mediálního okraje, tedy vzhledem ke středu očníce je střed oka posunut o 1,4 mm horně a 2,3 mm laterálně (Stephan et al., 2009).

Jiná metoda odhaduje polohu oční koule na základě proporcí výšky a šířky očníce (Obr 2.). Autoři této metody umísťují střed oka do 44,1 % celkové výšky očníce od horního okraje a do vzdálenosti 57,6 % z celkové šířky měřeno od bodu *dacryon*, což je bod styku slzní kosti, čelní kosti a horní čelisti. Podle měření autorů je střed zornice posunut od centra oka o 2,98 mm laterálně a o 2,05 mm výše (Guyomarc'h et al., 2012).



Obr 2. Měření podle Guyomarc'h'e (Guyomarc'h et al., 2012)

2.1.2. Koutky oka

Poloha koutků oka vzhledem ke kostěným okrajům očníce patří k jednomu z rozdílů mezi metodami pro lokalizaci oční koule v očníce (Stephan & Davidson, 2008). Pozice vnějšího i vnitřního koutku oka je vyčíslena a popsána velmi detailně, proto zbývá jen málo místa pro uměleckou interpretaci. Základním pilířem pro pozici nejen koutků

oka ale i pro pozici oční koule je očnice. Tu podrobně popsal v roce 1921 S. Whitnall a o jeho studii se dodnes opírá mnoho dalších (Wilkinson, 2010). Uvádí se v ní, že křivky očních víček nejsou stejné. Horní víčko je výraznější než dolní a jeho výška je největší blíže k mediálnímu koutku. Naopak je tomu u dolního víčka, které je vyšší blíž k laterálnímu koutku (Whitnall, 1932).

Metod pro odhad polohy očních koutků vzhledem k okrajům očnice je několik. Nejvýznamnější rozdíl mezi nimi je v poloze mediálního a laterálního koutku podél horizontální roviny. Například podle Krogmana a Išcana leží vnější koutek 3-5 mm mediálně od laterálního okraje očnice (Krogman & İscan, 1986). Naproti tomu Anastasov a Van Damme tvrdí, že leží 13,3 mm od laterálního okraje (Anastasov & Van Damme, 1996). Další, i když poněkud zastaralé měření, umísťuje vnější koutek 11,7 mm od laterálního okraje očnice (Robinson & Stranc, 1970). Tím ale rozdíly v měřeních nekončí, v roce 2000 se objevil názor, podle kterého se vnější koutek nachází 7,5 mm mediálně od okraje očnice (Rosenstein et al., 2000). Podle nejnovější studie se vnější koutek nalézá v průměru 4,8 mm mediálně od laterální stěny očnice (Stephan & Davidson, 2008).

Na vertikální poloze koutků oka se už odborníci shodnou lépe. Dle výše zmíněné nejnovější studii, výška laterálního koutku odpovídá výšce *malar tubercle*, což je hrbolek, který najdeme pohmatem na vnitřní straně lící kosti (laterální stěně očnice) při pohledu zepředu na lebku. Číselně je tato vzdálenost v průměru vyjádřena jako 4,5 mm laterálně od mediální stěny očnice (Stephan & Davidson, 2008). Pokud hrbolek není hmatatelný, vnější koutek bývá umísťován 10 mm pod *zygomaticomaxillary suture* (spoj na lebce mezi čelní a lící kostí) a 5-7 mm laterálně od mediálního okraje očnice (Wilkinson, 2010).

K určení pozic očních koutků můžou pomoci i antropometrické body. Vnitřnímu pozičně odpovídá *entocanthion*, což je bod na frontálním výstupku horní čelisti na mediálním okraji očnice. Vnějšímu koutku zase *ektocanthion*, který najdeme na laterálním okraji očnice u ocníkového výstupku (*tuberculum orbitale*) (Balueva et al., 2009).

Vzdálenost mezi oběma koutky se v průměru pohybuje okolo 24,5 mm, což je 74 % z celkové šířky očnice (Stephan & Davidson, 2008).

2.2. Obočí

Obočí bývá umístěno v úrovni horního okraje očníce, jeho zvýšená nebo snížená poloha i jeho tvar je ovlivňován výrazností nadočnicových oblouků a tvarem horního okraje očníce (İşcan & Helmer, 1993).

Důležitý bod pro určení polohy obočí, respektive tvaru jeho průběhu, je nazýván *superciliare*. Jedná se o nejvyšší rozeznatelný bod na kontuře obočí, který leží nad nejvíce laterálním bodem duhovky oka. Jako jediný se přesností a spolehlivostí tohoto vodítka zabýval C. N. Stephan (Stephan, 2002).

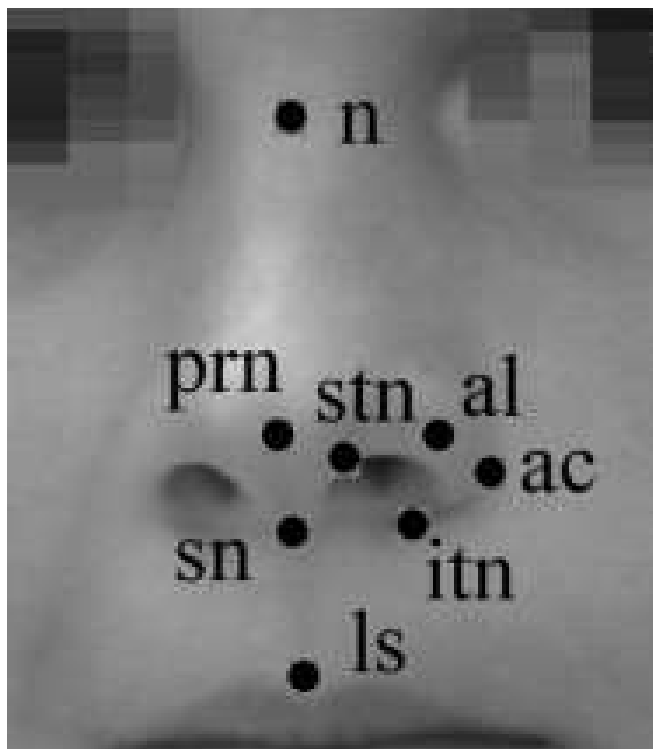
Jeho výzkumu se účastnilo 128 jedinců ve věku 18-30 let, jednalo se o příslušníky různých národností. Na základě sesbíraných dat a fotografií všech účastníků se podařilo prokázat, že *superciliare* neleží přesně nad laterálním okrajem duhovky. Podle C. N. Stephana se nachází přibližně 2,7 mm laterálně od něj. Nicméně objevily se odchylky, které nebylo možné zanedbat, a to mezi pohlavími. V průměru se u mužů nachází *superciliare* o 3,5 mm více laterálně od duhovky než u žen (Stephan, 2002).

Ve výsledku se názor, že se nejvyšší bod obočí nachází nad nejvíce laterálním bodem duhovky, dá považovat za relativně přesný u žen, u kterých byla naměřena odchylka jen 1 mm (Stephan, 2002).

Součástí výzkumu byla i metoda „nemetrická“. Dle jejích výsledků se u pravého oka nachází *superciliare* v 80 % mezi centrem zornice a *exocanthionem*. U levého oka zmíněný bod najdeme v 70 % mezi centrem zornice a *exocanthionem* (Stephan, 2002).

2.3. Nos

V rozsáhlé studii z roku 2011 věnované nosu si autor Ch. Sforza určil sérii landmarků, které se používají dodnes (Obr 3.). Pro střední linii nosu se jedná o nasion (n), subnasale (sn), pronasale (prn), labiale superius (ln) a pro párové landmarky na laterálních stranách to byly alare (al), nasal alar crest (ac), inferior point of the nostril axis (itn) a superior point of the nostril axis (stn) (Sforza et al., 2011).



Obr 3. Polohy landmarků na nose (Sforza et al., 2011)

2.3.1. Šířka nosu

Nos patří mezi obtížně rekonstruovatelné části obličeje. Při odhadu jeho proporcí je základem si uvědomit, že měkké tkáně nosu budou širší než otvor v kostře lebky. Rozdíl v šířce ale nebude příliš markantní, aby nedocházelo k bránění pohybu vzduchu nosní dutinou do plic. M. M. Garasimov v roce 1955 řekl, že šířka nosního otvoru v lebce (*apertura piriformis*) v jeho nejširší oblasti odpovídá 3/5 z šířky měkkého nosu. To potvrdila i studie, kterou v roce 2006 zveřejnil C. Rynn (Wilkinson, 2010). Objevují se ale i jiné názory. Podle jednoho z nich jsou měkké tkáně nosu o 10 mm širší než *apertura piriformis*, měřeno v nejširším místě. Při rekonstrukci šířky nosu se tak na každém okraji *apertura piriformis* přidá 5 mm. Nosní dírky jsou podle této teorie umístěny 4 mm pod spodním okrajem *apertura piriformis* (Starbuck & Ward, 2007). Tuto teorii ne všechny výzkumy potvrzují. Silným argumentem proti jsou rentgenové snímky živých jedinců, na kterých jsou patrné hranice *apertura piriformis* i nosních křídel, a vyvrací skutečnost vztahu mezi nimi (Balueva et al., 2009).

Jedna z novějších studií o rekonstrukci nosu potvrzuje, že maximální šířka nosu koreluje s maximální šířkou nosní apertury. Její výsledky opět dokazují původní Gerasimovu teorii. Udává také, že podoba okrajů nosního otvoru indikuje mělké nebo hluboké alární záhyby nosních křídel. Z polohy nosní přepážky můžeme odvodit, na jakou stranu se nos rekonstruované osoby naklání. Pokud se přepážka vychyluje doleva, nos bude mírně zakřivený doprava a opačně (Rynn et al., 2010).

Na základě porovnání kraniálních znaků s obličejovými přišli antropologové s regresní rovnicí, s jejíž pomocí vypočítáme šířku nosu, která podle autorů koreluje se vzdáleností alveolů horních špičáků v úrovni bodu *subspinale*. Tato vzdálenost podle některých odpovídá vzdálenosti nosních křídel (Balueva et al., 2010).

$$NB_{MUŽI} = 18,035 + 0,444 \times DCP$$

$$NB_{ŽENY} = 17,390 + 0,424 \times DCP$$

Regresní rovnice pro šířku nosu; NB= nasal breadth, DCP= distance between canine points (Balueva et al., 2010)

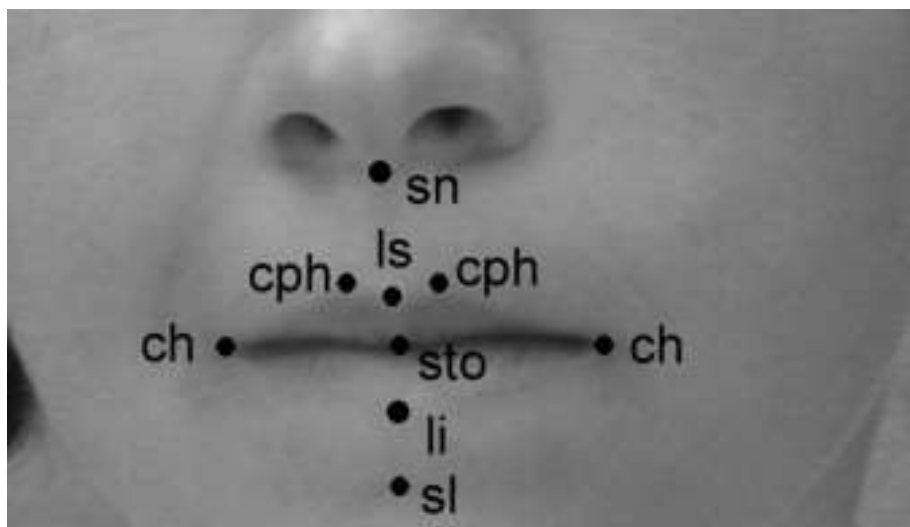
Dalším predikčním vodítkem můžou být vzdálenosti center horních špičáků nebo jejich alveolů, kterým šířka nosu odpovídá (Fedosyutkin & Nainys, 1993), (Stephan & Henneberg, 2001).

2.4. Ústa

U této části obličeje jsou důležité poznatky o vztazích měkké tkáně obličeje a tkání lebky nejen při faciální rekonstrukci, ale i pro forezní stomatologii (Stephan & Murphy, 2008). Pro odhad rozměru rtů/úst existuje více predikčních vodítek. U tvaru rtů člověka se více než u jiných částí obličeje spoléhá na umělecké ztvárnění (Wilkinson, 2010).

V již výše zmíněné studii vypracované Sforzou se autoři zaměřili i na aproximaci rtů. Stejně jako u nosu si vytyčili landmarky, aby dosáhli co nejpřesnějších výsledků (Obr 4.). Ty nejdůležitější můžeme rozdělit do dvou skupin. První je skupina landmarků, které leží na vertikální ose rtů – *subnasale* (sn), *labiale superius* (ls), *stolon* (sto), *labiale*

inferius (li) a *sublabiale* (sl). Druhou skupinou jsou párové body na pravé a levé straně od vertikály- *crista philtri* (cph) a *cheilion* (ch) (Sforza et al., 2010).



Obr 4. Poloha landmarků na rtech (Sforza et al., 2010)

2.4.1. Ústní štěrbina

Při odhadu polohy ústní štěrby se antropologové spoléhají na zuby horní čelisti. Jako například Angel, který ústní štěrbinu umísťuje do poloviny výšky korunek řezáků (Angel, 1978). Další studie se opět opírá o horní řezáky, ale umísťuje štěrbinu úst oproti jejich řeznému okraji (Lebedinskaya, 1998), (Fedosyutkin & Nainys, 1993), (Stephan & Henneberg, 2001). R. George tvrdí, že správná poloha se nachází mezi těmito vzdálenostmi. Přesněji u žen ústní otvor protíná v průměru dolní třetinu horního řezáku a u mužů dolní čtvrtinu (George, 1987). V roce 2001 vydala Taylor publikaci, ve které říká, že ústní štěrbina bude lehce nad okrají horních řezáků. Tuto myšlenku nicméně nepodložila žádným prokazujícím výzkumem (Taylor, 2000).

V roce 2016 došlo k porovnání všech výše uvedených predikčních postupů. Nejlépe dopadl George s naměřenou odchylkou 1,3 mm, kdy ve výsledku mírně nadhodnocuje skutečnou polohu štěrby úst. Angel predikuje polohu příliš vysoko oproti skutečnosti, a to o 3 mm. Ani metoda Lebedinské není příliš přesná. U ní byla naměřena odchylka 2,6 mm a při porovnání se skutečnou podobou umísťuje *rima oris* příliš inferiorně. Taylorové domněnka se ukázala být pravdivá u 92 % mužů a u 97 % žen (Zednikova Mala & Velemínska, 2016).

2.4.2. Šířka úst

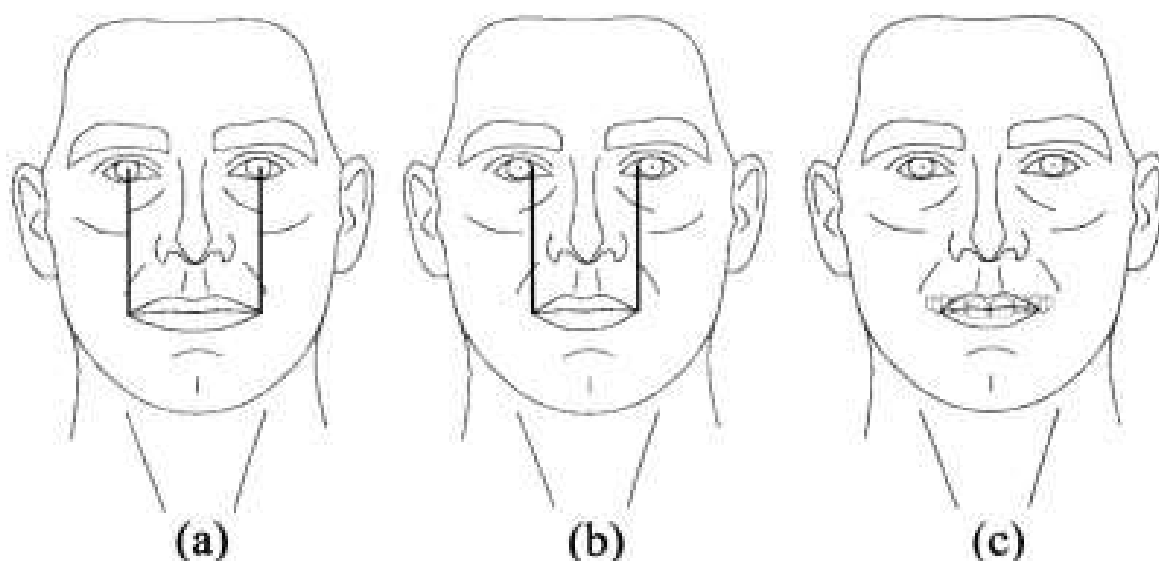
Už Gerasimov tvrdil, že různé typy okluzí vedou ke konkrétním tvarům rtů (Gerasimov, 1955). Pro koutky úst existuje více vodítek. Jedno z prvních říká, že leží pod hranicemi mezi špičáky (*dens caninus*) a prvními třenovými zuby (*dens premovalis primus*) (Krogman & İşcan, 1986).

Další možností, kterou má autor při rekonstrukci k dispozici, je ta, která se ukázala být nejspolehlivější podle C. Wilkinson a jejího týmu. Ti tvrdí, že šířka rtů odpovídá vzdálenosti limbů. To jsou body na oční kouli, kde rohovka přechází v neprůhlednou bělimu. Odchylku pro tento postup vypočetli jako 2,6 mm (Wilkinson et al., 2003). Wilkinson ale není autorkou tohoto predikčního postupu, pouze ověřovali studii, kterou bulikovali Prag a Neave v roce 1997 (Prag & Neave, 1997).

Stephan a Hennenberg navrhli metodu, podle níž šířka úst odpovídá vzdálenosti obou horních špičáků, ke kterým se přičte 57 % vzdálenosti od laterální strany špičáku ke středu zornice oka. Tento postup se zdá být přesný, protože průměrná odchylka se rovnala 0,1 mm (Stephan & Henneberg, 2003). Průkaznost jejich postupu ověřila i další studie, kde autoři vypočetli odchylku jen 3 mm (Stephan & Murphy, 2008).

Další používané predikční vodítko pro šířku rtů uvádí, že šířka rtů (vzdálenost *chelion* – *chelion*) odpovídá 75% vzdálenosti horních špičáků (měřeno v centrech zubů). Jedná se o nejpřesnější metodu, protože se neopírá o předpokládanou polohu zornice oka jako jiné metody, ale o landmarky na tkáni tvrdé. U vzorku 93 pacientů byly naměřeny obě vzdálenosti. Ve výsledku se vzdálenost horních špičáků rovnala 75,8% vzdálenosti koutků úst. Pro úplnost byly stejné hodnoty použity i pro odhad šířky rtů a naměřená odchylka byla 3,5 mm. Takový výsledek ukazuje na použitelnost tohoto vodítka v praxi (Stephan & Henneberg, 2003).

Přede hrou k tomuto novému postupu byl výzkum, který prováděl Stephan sám, kdy testoval 3 předtím běžně používané postupy: a) šířka rtů je rovna vzdálenosti mezi centry zornic (Stewart & Krogman, 1962); b) je rovna vzdálenosti mediálních hranic duhovek (Prag & Neave, 1997); c) odpovídá vzdálenosti mezi laterálními spoji špičáků a prvních premolárů (Stewart & Krogman, 1962) (Obr 5.) (Stephan, 2003).



Obr 5. Znáznornění metod testovaných Stephanem (Stephan, 2003): a) šířka rtů je rovna vzdálenosti mezi centry zornic (Stewart & Krogman, 1962); b) je rovna vzdálenosti mediálních hranic duhovek (Prag & Neave, 1997); c) odpovídá vzdálenosti mezi laterálními spoji špičáků a prvních premolárů (Stewart & Krogman, 1962)

První a poslední metoda se ukázaly být velmi nepřesné. První přidává odhadované šířce okolo 11 mm v porovnání se skutečnou (směrodatná odchylka= 4 mm) a třetí metoda zas naopak ubírá ze skutečné šířky až 13 mm (směrodatná odchylka= 3 mm). Druhá metoda se ukázala být nejspolehlivější z testovaných, má odchylku pouhé 2 mm (Stephan, 2003).

Stejně jako u predikce šířky nosních křídel i pro odhad šířky rtů byla vytvořena rovnice pro každé pohlaví na základě znaků na lebce. Šířku rtů (MW) určuje na základě vzdálenosti mezi druhými premoláry v horní čelisti (UDAW) (Balueva et al., 2010).

$$MW_{MUŽI} = 21,817 + 0,700 \times UDAW$$

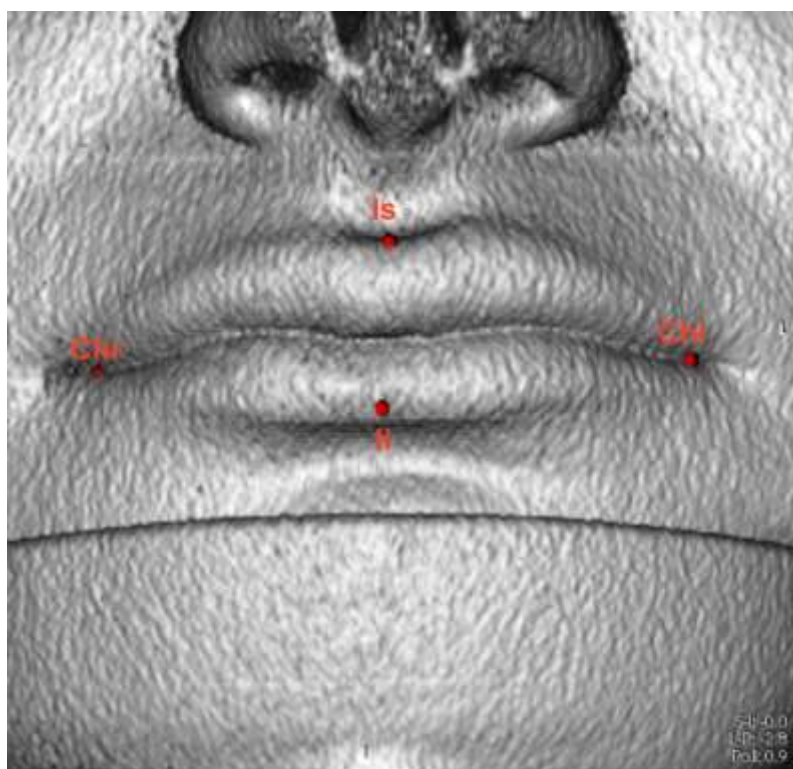
$$MW_{ŽENY} = 27,905 + 0,512 \times UDAW$$

Regresní rovnice pro šířku úst; MW= mouth width, UDAW= upper dental arch width between second premolars (Balueva et al., 2010)

Může ovšem nastat i případ, kdy je rekonstrukce vyžadována u lebky, která je zbavena chrupu. Touto situací se zabývali Stephan a Murphy, kteří přišli s názorem, že landmarky *cheilions* leží pod *infraorbital foramen*, což jsou otvory pod očnicemi. Jejich výsledky měření podhodnotily skutečnou šířku úst o 3,3 mm. Jedná se tedy o metodu, která je jen o málo méně přesná než metoda Stephana a Henneberga. Je tedy vhodná pro lebky bez dentice (Stephan & Murphy, 2008).

2.4.3. Výška úst

Dnes se udává, že výška rtů, měřeno od bodu *labiale superius* k bodu *labiale inferius* (Obr 6.), odpovídá 26 % jejich šířky. Současně se ukázalo, že výška, stejně jako i šířka, rtů se nepatrně mění v průběhu života nezávisle na pohlaví. Ale na rozdíl od šířky, která se s věkem zvyšuje, se výška s věkem snižuje. To můžeme přičíst ztrátě elasticity a pohyblivosti tkání. Výška rtů závisí i na národnosti, například u Italů byly naměřeny vyšší hodnoty než u Brazilců (Dias et al., 2016).



Obr 6. Body, dle kterých se měří výška rtů: ls= bod uprostřed na lince červené části horního rtu; li= středový bod na hranici červeného dolního rtu (Dias et al., 2016)

Existuje ale více možností, jak určit výšku rtů. První alternativou může být názor, kdy výška zubů koreluje s výškou rtů (Gerasimov, 1971). S touto myšlenkou přišel Gerasimov a podle ověřující studie se ukázala být spolehlivá na 90 %. Zuby byly měřeny od hranice s dásní po řeznou dolní hranici a ret zase od hranice červeného rtu k ústní štěrbině. Tento postup se dá použít nezávisle na pohlaví rekonstruované osoby, ale je třeba dávat pozor na rasovou příslušnost. U subjektů pocházejících z Evropy byly naměřeny tenčí dolní i horní rty než u příslušníků indického původu. Pro Evropany byly stanoveny rovnice pro výpočet výšky rtů opírající se o výšku zubů.

$$\text{Horní } ret_{Evr} = 0,4 + 0,6x \quad (x = \text{výška horního zubu})$$

$$\text{Dolní } ret_{Evr} = 5,5 + 0,4x \quad (x = \text{výška dolního zubu})$$

$$\text{Celková výška rtů}_{Evr} = 3,3 + 0,7x \quad (x = \text{výška horního i dolního zubu})$$

Pro Asiaty indické národnosti byly také rovnice odvozeny (Wilkinson et al., 2003).

$$\text{Horní } ret_{Ind} = 3,4 + 0,4x \quad (x = \text{výška horního zubu})$$

$$\text{Dolní } ret_{Ind} = 6,0 + 0,5x \quad (x = \text{výška dolního zubu})$$

$$\text{Celková výška rtů}_{Ind} = 7,2 + 0,6x \quad (x = \text{výška horního i dolního zubu})$$

Další variantou může být, že horní hranice červeného rtu se umísťuje naproti horní hranici horních řezáků. Dolní hranici zase oproti spodní hraně mandibulárních řezáků (Lebedinskaya, 1998; Gerasimov, 1955).

Taylor uvádí, že výška rtů se rovná vzdálenosti mezi horním a dolním spojem zubního cementu a skloviny chrupu (Taylor, 2000).

Podle George se zase bod *labiale superius* nachází naproti horní čtvrtině horních řezáků a bod *labiale inferius* naproti dolní třetí čtvrtině spodních řezáků (George, 1987).

Všechny výše uvedené metody byly ověřeny a nejlépe dopadla metoda Wilkinsonové a jejího týmu. U měření horního rtu byla stanovena odchylka 1,4 mm,

u dolního rtu 2,1 mm a u celkové výšky rtů 3,1 mm. V těsném závěsu byly metody podle George a Lebedinské. Georgova měla jen o málo vyšší odchylky než metoda Wilkinsonové – horní ret: 1,6 mm, dolní ret: 2,7 mm a výška rtů: 3,6 mm. U Lebedinské byly naměřeny odchylky 1,5 mm, 2,9 mm a 3,6 mm (ve stejném pořadí jako předešlé metody). Pokud jde o postup Tayloré, ten podporuje fakt, že všichni testovaní jedinci měli tloušťku horního rtu nižší, než byla výška horního řezáku. Plus měření dolního rtu podle jeho postupu se shodovalo u 78 % testovaných (Zednikova Mala & Veleminska, 2016).

3. Percepce obličeje

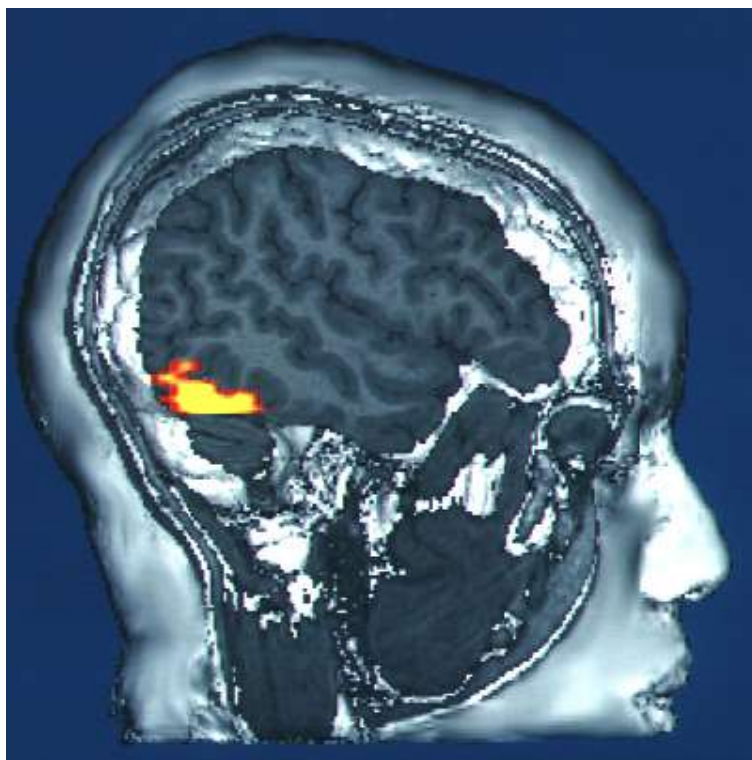
Lidská tvář je důležitým faktorem pro určení identity člověka. Díky ní dokážeme přibližně určit pohlaví, věk, národnost nebo emoční stav, ve kterém se jedinec zrovna nachází (McKone et al., 2007). Zatímco rozeznání objektů, myšleno například věcí, je založeno hlavně na vyobrazení, kdy si objekt v mozku rozložíme na jednotlivé části, při rozpoznání obličeje se soustředíme na tvář jako celek (Farah, 1991).

Rozpoznávání tváře v mozku je specifický proces, který můžeme rozdělit na dvě fáze. V první mozek analyzuje rysy obličeje a jejich prostorové uspořádání a v druhé je identifikovaná struktura porovnávána v mozku s již uloženými tvářemi v paměti (Bruce & Young, 1986).

Kromě toho, že se obličej mění v čase, stárne, nám percepci znesnadňuje fakt, že se mění pod vlivem emocí, nálad a reakcí. V této souvislosti rozlišujeme neměnné a proměnlivé znaky. Neměnné pomáhají k samotnému rozpoznání identity (barva kůže, tvar lebky a obličeje) a proměnlivé, jako například pohyb rtů nebo očních víček usnadňují nonverbální komunikaci. Kdyby se proces percepce tváře takto neděлил, i nepatrná změna výrazu v obličeji by celý proces značně znepríjemnila (Haxby et al., 2000).

V mozku se nachází specifická oblast zodpovědná za rozpoznávání obličejů. K prokázání existence tohoto centra v mozku pomohl pokus s pacienty, kteří trpěli prosopagnosií. Jedná se o zhoršení schopnosti rozeznat další osoby podle tváře, a to včetně členů nejbližší rodiny (Harris & Aguirre, 2007). U primátů byly objeveny neurony v inferiorní části *cortex temporalis* a v superiorní části *sulcus temporalis*, což je rýha na mozku ve spánkové oblasti, které reagují na tváře selektivně. Vzhledem k příbuznosti druhů člověka a opic lze předpokládat podobné uspořádání neuronů i v našem mozku (Haxby et al., 2000).

V dnešní době se k výzkumům na toto téma používá neinvazivní metoda CT (Computed Tomography). Z jejích výsledků je patrné, že vnímání obličeje aktivuje část mozku zvanou *gyrus fusiformis* (Obr 7.) konkrétně její laterální část (Haxby et al., 2000).

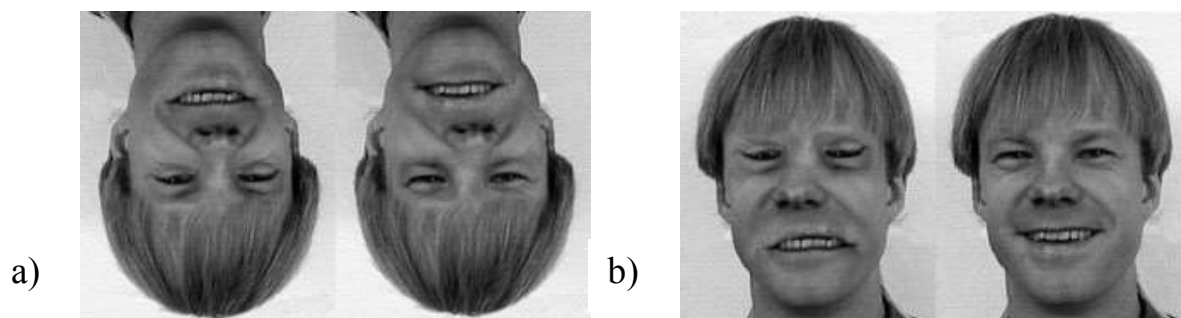


Obr 7. Centrum percepce tváří v mozku

(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Face_recognition.jpg?uselang=cs)

Člověka, kterého dobře známe, poznáme bez problémů. Dokonce nehraje velkou roli, pokud je osoba nějakým způsobem maskovaná (paruka, brýle, vousy) nebo je v místnosti šero. S neznámou tváří už to tak jednoduché není. Rozpoznání obličeje můžeme rozdělit na dvě části. První je problém zobrazení. Ten nastává, pokud není v místě, kde se nacházíme, dostatek světla nebo máme špatný zorný úhel. Druhou jsou zase problémy se strukturami rozeznávané tváře (uspořádání obličejových znaků na obličeji, odlišnosti ve tváři). Zdá se, že při pohledu pod úhlem 20-45°, rozeznáme či si zapamatujeme obličej lépe než při frontálním pohledu (Carswell et al., 2010).

Člověk je citlivý na kompozici obličeje u vzpřímených obličejů, naopak u tváří otočených o 180° už tak citlivou pozorovací schopnost nemáme. Důkazem je tzv. Thatcher efekt, kdy na obrázku obličeje dojde o otočení obdélníku obsahující oči a ústa o 180°. Když se díváme na snímek, nic se nám nezdá být špatně. Pokud ale upravený snímek otočíme do správné polohy, obličej vypadá ohavně (Obr 8.) (Carswell et al., 2010).



Obr 8. Ukázka Thatcher efektu; a) zleva doprava- reálná tvář otočená o 180°, tvář s otočenými očima a ústy; b) pro lepší představu stejný obrázek otočený vzpřímeně (Hancock et al., 2010)

3.1. Holistický model vnímání

Tento model udává, že předmět (v tomto případě tvář) je vnímán jako celek. Tudíž nedochází k jeho rozložení na úseky. Obličej by se nám tím pádem ukládaly do paměti jako celky bez vnímání specifických částí nebo barvy pleti a vzájemných vztahů obličejových znaků (Farah, 1996). Holistický model můžeme ale použít jen na tvář vzpřímenou. Vylepšenou verzí holistického modelu je holisticko-analytický. Ten k informacím z obličejové přídává poznatky o strukturách tváře získaných postupným analyzováním obličejové po částech (McKone & Yovel, 2009). Existují ale i další způsoby vnímání neznámé tváře. Jeden z nich je založen na vzdálenostech znaků na obličejové (například vzdálenost očí mezi sebou nebo vzdálenost úst a očí) (de Heering et al., 2007).

Důkazem holistického vnímání je kompozitní efekt (Obr 9.). Ten spočívá v rozdělení tváře na dvě poloviny po horizontální ose. Pokud spojíme poloviny různých tváří a posuneme spodní půlku více do strany, náš mozek získá dojem, že se jedná o zcela jinou tvář. Pokud jsou obě poloviny (každá z jiného obličejové) přesně pod sebou, je těžké zaměřit se jen na jednu polovinu a identifikovat ji (Young et al., 1987). To potvrdil i Grand ve svém výzkumu (Grand et al., 2004).



Obr 9. Kompozitní efekt; V horním řádku jsou tváře vychýlené ve spodním zarovnané. V levém čtverci jsou horní poloviny obličejů totožné v pravém čtverci rozdílné. U všech párů jsou dolní poloviny jiné. V zarovnaném stavu tvoří holistické zpracování dojem, že horní poloviny jsou vždy odlišné (Grand et al., 2004).

3.2. Faciální rekonstrukce v praxi

Jiný z výzkumů (Quatrehomme et al., 2007) porovnává tři přístupy k vytváření rekonstrukce podoby. Ve slepém experimentu skupina A porovnávala fotografii se slepou rekonstrukcí, kterou vytvořil vědec bez odborných znalostí o klasické 3D manuální metodě a bez pomoci specifických vodítek. Ve skupině B byl již zkušeným odborníkem nejprve vypracován podrobný popis lebky a rekonstrukce byla vytvořena podle hloubky měkkých tkání v určitých bodech při současném využití některých predikčních vodítek, která jsou popsána v odborné literatuře. I výsledek tohoto postupu byl porovnán se skutečnou podobou na fotografii jako u skupiny A. U poslední skupiny (skupiny C) byla vytvořena podoba podle komplexní metodiky včetně cefalometrického měření. Z výsledků vyplývá, že úspěšnost u těchto skupin stoupá od skupiny A ke skupině C, tedy pokud rekonstrukci prováděl zkušený odborník, a poté znovu, pokud jí předcházela komplexní analýza lebky. Ale i přes tyto poznatky se neukázala být metoda rekonstrukce podoby bezchybná. Z celkového počtu 25 rekonstrukcí dosáhlo výsledku klasifikovaného jako „dobře až skvěle rozpoznatelné“ jen 5 z nich (Quatrehomme et al., 2007).

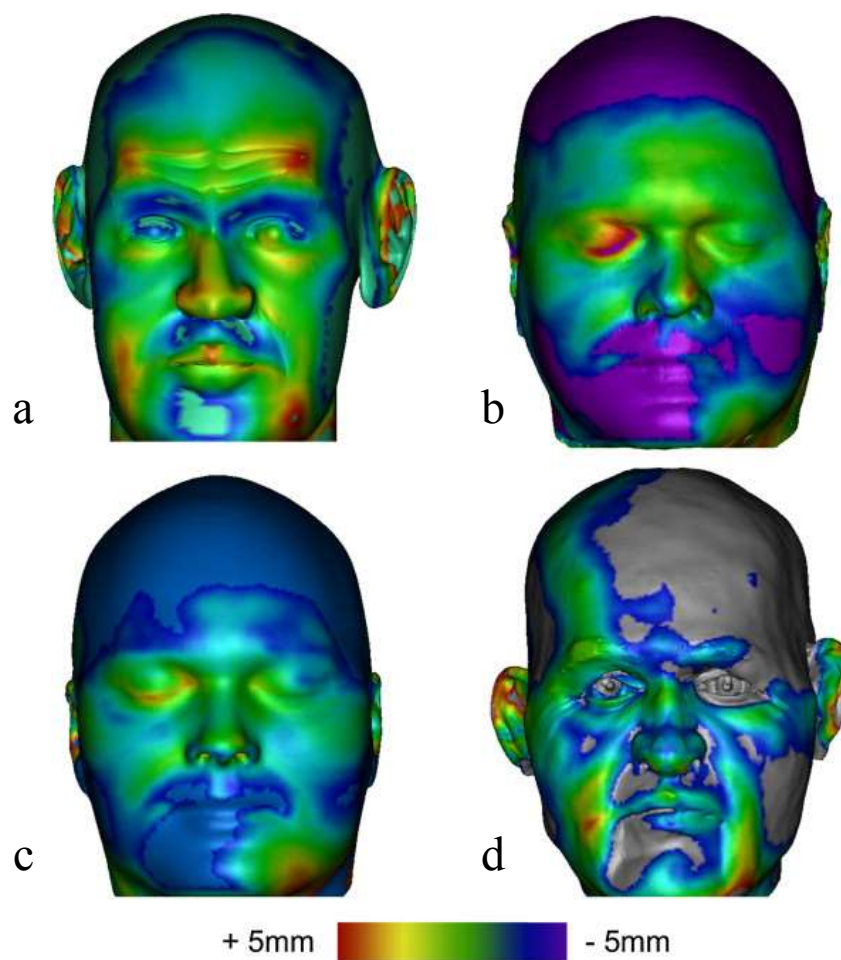
Tým doktorky Deckerové se zaměřil na porovnání spolehlivosti metod manuálních, uměleckých a počítačových. Pro tento účel byly zvoleny dva počítačové programy – FaceIT a ReFace. Oba jsou to modelovací programy s rozdílem, že FaceIT zahrnuje i modelaci obličejových svalů, zatímco ReFace nikoli. Proti počítačovým metodám se postavil Wesley Neville, odborník na manuální rekonstrukci podoby u FBI. K těmto třem vypracovaným rekonstrukcím autoři přidali ještě jednu vytvořenou v programu ReFace, která znázorňovala stejného jedince ve věku šedesáti let. Pro všechny možnosti sloužily jako podklady CT snímky hlavy žijícího jedince, na jejichž základě byl vytvořen virtuální model lebky (Obr 10.) i její fyzická replika. Konečné výsledky všech rekonstrukcí byly porovnány se skutečnou podobou (Obr 11.) a byla určena procentuální shoda mezi rekonstrukcemi a reálnou podobou na základě odchylky ± 5 mm (Obr 12.). Nejvyšší procentuální shodu 76 % měl program FaceIT, druhou model šedesátileté verze z ReFace (67 %), třetí model ReFace (62 %) a nejnižší (61 %) měl W. Neville se svou výtvarně zpracovanou podobou. Každá z aproximací měla určité nedostatky v různých částech obličeje, ale souhrnně můžeme říct, že nejvíce nepřesností bylo v oblasti uší, úst a brady (Decker et al., 2013).



Obr 10. Model lebky rekonstruovaného jedince



Obr 11. Skutečná podoba rekonstruovaného jedince (Decker et al., 2013)



Obr 12. Znáznornění shody v % u testovaných metod: a)FaceIT; b)ReFace ve věku 60 let; c)ReFace; d) model W. Nevilla (Decker et al., 2013)

3.3. Části obličeje a jejich vliv na percepci

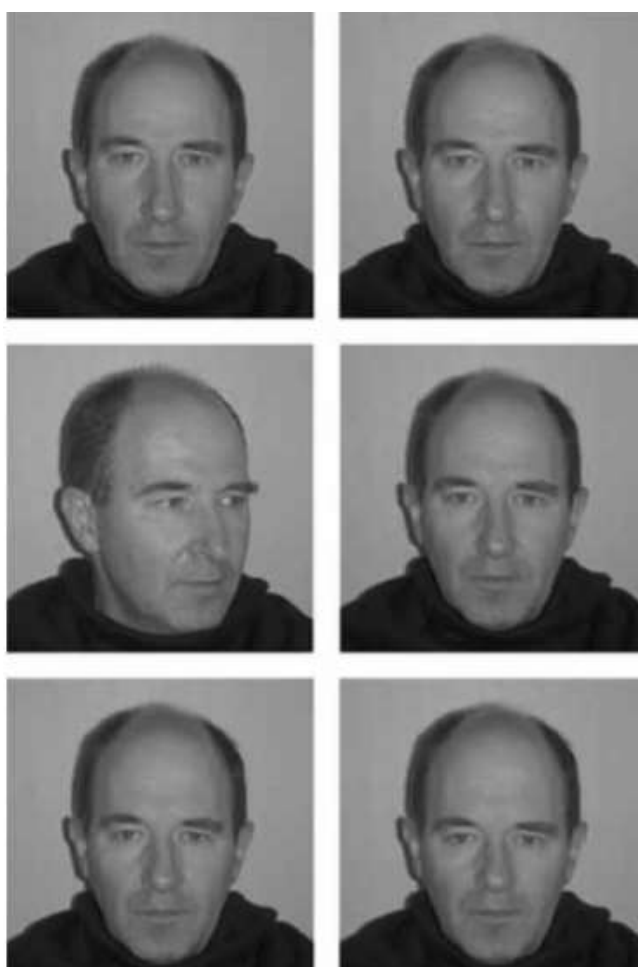
To, jak dobře jsme schopni rozeznat obličej jiné osoby, se přímo úměrně zvyšuje tím, jak dobře je nám její tvář známá. Pokud se podíváme na známou tvář, náš mozek se zaměří na určité úseky obličejové části, a to konkrétně oči, nos a ústa. Ty totiž považujeme za určující oblasti při posuzování známosti či neznámosti obličeje. (Brooks & Kemp, 2007). Z těchto tří markerů se pro rozpoznání zdají být nejdůležitější oči (McKelvie, 1976). Ale ani postranní součásti obličeje (např. uši) nejsou při percepci zanedbatelné. Pokud je na obrázku u neznámé osoby zakryjeme, identifikace je náročnější. (Young et al., 1985)

Dokonce je potvrzeno, že pokud porovnáváme dva obrázky neznámé tváře s různým úhlem pohledu nebo jiným výrazem, dělá našemu mozku problém určit, zda se jedná o tutéž osobu. Zatímco u známého jedince nemáme s identifikací problém, ať se dívá kamkoli. K tomuto výsledku dopomohly dva experimenty. V prvním byli jako pozorovatelé, kteří mají určit, zda jedince poznávají, vysokoškolští studenti. Jako subjekty k rozeznání byla vytvořena skupina 48 lidí, kdy polovina byli doktorandi a zaměstnanci ze stejné školy jako studenti ale z jiné fakulty (skupina A) a druhou polovinu tvořili akademici jiné vysoké školy (skupina B). Každý ze subjektů byl vyfocen čtyřikrát – usmívající se a neusmívající se zepředu a pod úhlem tak, aby bylo vidět $\frac{3}{4}$ tváře. Pozorovatelům byla ukázána série 24 fotografií ze vzorku 48 mužů. Následně jim byla promítnuta další sada fotografií a měli určit, které z tváří už viděli v předchozí sérii. Výsledkem bylo, že tváře bez úsměvu a zepředu byly rozpoznány rychleji a přesněji než ostatní. V druhé části experimentu zůstaly subjekty pozorování stejné a jako pozorovatelé byli vybráni lidé z autorova okolí, kteří znali všechny muže ze skupiny A. Opět jim byly ukázány fotografie mužů a jejich úkolem bylo rozhodnout, jestli osobu na snímku poznávají nebo ne. Závěrem této části byl fakt, že známé tváře byly rozpoznány rychleji a přesněji než neznámé. Současně se ukázalo, že pokud byly prezentované snímky ve stejném úhlu, pozorovatelé je identifikovali lépe (Bruce, 1982).

3.3.1. Oči

Posunutí očí výše vyvolá dojem kratšího čela a prodloužení nosu. Snížení osy očí má opačný efekt (Obr 13.). Jak je zmíněno výše, oči jsou jedna z prvních částí, které

si při rozpoznávání obličeje všimneme. Proto se u nich dá očekávat velká citlivost pozorovatele na změnu v jejich poloze. Číselně odpovídá změna, kterou jsme schopni rozeznat, 7,2 min což jsou zhruba 3 mm ve tváři skutečné velikosti (Brooks & Kemp, 2007). Jen tak malou změnu polohy očí v obličeji je lidské oko schopno zaznamenat, a to ať se jedná o posun nahoru nebo dolů. Důležitost polohy očí při rozeznávání obličeje potvrdil i fakt, že vertikální změny očí si pozorovatel všimne dříve než změny celé tváře ve stejném směru (Haig, 1984). U očí hraje velkou roli, zda se díváme na známou nebo neznámou tvář. U známé tváře si změny všimneme dříve (Brooks & Kemp, 2007).



Obr 13. Změny polohy očí: z levého horního rohu k pravému dolnímu rohu ukazují posun vzhůru o 6,6 mm, posun vzhůru o 3,33 mm, přirozený tříčtvrtěnní profil, přirozený frontální pohled, posun dolů o 3,33 m a posun dolů o 6,66 mm (Brooks & Kemp, 2007)

3.3.2. Nos

Posunutí konce nosu včetně nosních dírek výše vyvolá efekt zkrácení nosu a zároveň horní ret a *philtrum* vypadají protáhlejší (Obr 14.). U nosu byla zaznamenaná odchylka skoro stejná jako u očí, a to 7,3 min. To opět odpovídá 3 mm na obličejí skutečné velikosti. Stejně jako u očí i tady má pozorovatel větší problém rozeznat neznámou tvář, ale už záleží i na směru posunutí. Změny polohy směrem nahoru si všimneme dříve (Brooks & Kemp, 2007).



Obr 14. Změny polohy nosu: z levého horního rohu k pravému dolnímu rohu ukazují- posun vzhůru o 6,6 mm, posun vzhůru o 3,33 mm, přirozený tříčtvrteční profil, přirozený frontální pohled, posun dolů o 3,33 m a posun dolů o 6,66 mm (Brooks & Kemp, 2007)

3.3.3. Ústa

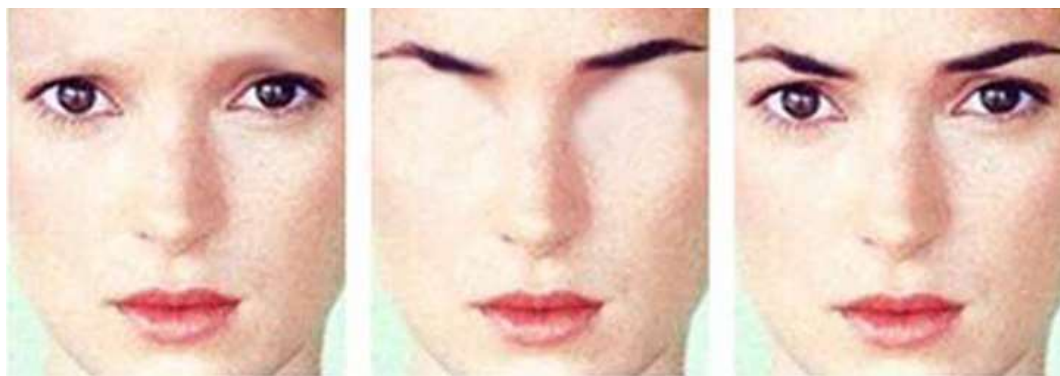
Posun rtů výše způsobí, že horní ret a *philtrum* se zdají být kratší, zatímco oblast mezi bradou a spodním rtem delší. Posun dolů má přesně opačné efekty (Obr 15.). Odchylka, která byla pozorována u úst, je 5,6 min, což odpovídá 2,3 mm. Prahové hodnoty u posunu směrem dolů byly nižší. U rtů nebyl pozorován signifikantní rozdíl mezi tvářemi známými a neznámými (Brooks & Kemp, 2007). Při studii N. D. Haiga, kdy byly subjektům prezentovány obrázky jedince s různými změnami rozložení znaků v obličeji, se podařilo mimo jiné dokázat, že nejcitlivější je pozorovatel na změnu pozice rtů směrem nahoru. Naopak změny v šířce rtů si jako pozorovatelé nevšimneme, dokud není rozdíl skutečně markantní (Haig, 1984).



Obr 15. Změny polohy úst: z levého horního rohu k pravému dolnímu rohu ukazují posun vzhůru o 6,6 mm, posun vzhůru o 3,33 mm, přirozený tříčtvrteční profil, přirozený frontální pohled, posun dolů o 3,33 mm a posun dolů o 6,66 mm (Brooks & Kemp, 2007)

3.3.4. Obočí

Význam obočí pro člověka není přesně definován. Může se jednat o ochranu očí například před deštěm nebo vlastním potem nebo je to jen evoluční pozůstatek bez zvláštního významu. Změny v poloze obočí hrají roli při definování emočních stavů jedince (Sadr et al., 2003). Také víme, že jeho tloušťka má vliv na určení pohlaví (Bruce et al., 1993). Ukázalo se, že pokud ukážeme subjektu fotografie známé osobnosti bez obočí a další bez očí (Obr 16.), bude mít větší problém dotyčnou osobnost identifikovat na snímku bez obočí (Sadr et al., 2003).



Obr 16. Fotografie použitá pro studii zkoumající vliv obočí na percepci, zprava: tvář bez obočí, tvář bez očí, skutečná tvář (Sadr et al., 2003)

4. Závěr

K zrekonstruování podoby člověka může autor dojít mnoha způsoby. Každá část obličeje má různá predikční vodítka a záleží jen na něm, kterému bude důvěřovat. Ať už se jedná o oči, ústa nebo nos, autor nesmí dovolit, aby jeho vlastní fantazie zasahovala do jeho práce. Na tyto tři oblasti se výzkumy zaměřují nejčastěji. Pro každý milimetr měkké tkáně musí mít autor důvod, proč ho umístil právě tam. Dnes je spolehlivější používat počítačové metody, které mají vyšší procentuální shodu s realitou. To dokázal experiment doktorky Deckerové, o kterém se v textu zmiňuji. Nejpresnějších výsledků dosáhneme, pokud rekonstrukci předchází celková analýza lebky a rekonstrukci samotnou provádí člověk zkušený a vzdělaný v tomto oboru.

Všechny části tváře jsou důležité. Největší důraz na přesnost by se ale měl klást na oči včetně obočí. To jsou prvky, kterých si pozorovatel všimne nejdříve. Ani nos a ústa by se neměly podceňovat. I u nich, pokud dojde k posunu nebo změně tvaru, se stává tvář hůře rozpoznatelná pro příbuzné a známé. Pravděpodobnost, že dojde k pozitivní identifikaci, se zvyšuje, pokud na zrekonstruovaném obličeji najdeme nějaký charakteristický znak. Tím může být například velký nos. Rozpoznání známých tváří není závislé na vnímání změn úhlu pohledu či výrazů. Naopak poznat neznámou osobu na dvou různých snímcích, které jsou pořízeny z jiné strany nebo se na nich dotýčný jinak tváří, proces komplikuje. Další komplikací pro identifikaci známé i neznámé tváře může být špatné světlo nebo inverze obličeje.

Cílem práce bylo charakterizovat metody rekonstrukce měkkých tkání obličeje z pohledu zpředu. Pro větší přehlednost jsou v Tabulce 1 uvedena všechna v práci zmiňovaná vodítka i s jejich naměřenými odchylkami. Tyto odchylky naměřené při jejich testování jen výjimečně překročily 5 mm. Posun znaku ve tváři, který mozek zaznamená, je ale u tří nejdůležitějších částí obličeje (oči, nos, ústa) roven v průměru 2,77 mm. Rozdíl těchto hodnot je pro percepci významný. Naštěstí se postupy stále zlepšují a nepřesnosti se zkracují.

Tabulka 1- souhrn predikčních vodítek pro rekonstrukci podoby

Část obličeje	Predikční vodítko	Autor	Přesnost (rozdíl mezi predikcí a skutečností)	Další autoři zabývající se stejným vodítkem + jimi naměřená přesnost
Oční koule	Centrální poloha v očníci	Gattlif	-	Stephan & Davidson (1,5 mm)
	Střed oční koule více laterálně od středu očnice	Stephan & Davidson	1,1 mm superiorně a 1,4 mm laterálně	-
	Oční koule odvozena od výšky a šířky očnice.	Guyomarc'h	1,92 mm superiorně a 1,74 mm laterálně	-
Vnější koutek oka	3-5 mm mediálně od laterálního okraje očnice	Krogman & Işcan	-	-
	13,3 mm od okraje očnice	Anastassov & Van Damme	-	-
	11,7 mm od mediálního okraje očnice	Robinson & Stranc	-	-
	7,5 mm od okraje očnice	Rosenstein	-	-
	4,8 mm laterálně od mediální stěny očnice	Stephan & Davidson	0,3 mm	-
Vnitřní koutek oka	Odpovídá poloze <i>malar tubercle</i> .	Stephan & Davidson	0 mm	-
	10 mm pod <i>zygomaticomaxillary suture</i> a 5-7 mm od okraje očnice	Wilkinson	-	-
Obočí	Na horní hraně očnice	Işcan & Helmer	-	-
	Podle <i>superciliare</i>	Stephan	2,7 mm laterálně	-

Šířka nosu	<i>apertura piriformis</i> odpovídá 3/5 šířky nosu	Gerasimov	-	Wilkinson (-)
	Měkká tkáň o 10 mm širší než <i>apertura</i> <i>piriformis</i>	Sturbuck & Ward	-	Balueva (-)
Ústní štěrbina	Polovina výšky horních řezáků	Angel	-	Zednikova Mala & Veleminska (3 mm)
	Leží oproti řeznému okraji horních řezáků	Lebedinskaya	-	Zednikova Mala & Veleminska (2,6 mm)
	U mužů protíná dolní čtvrtinu horního řezáku, u žen dolní třetinu	George	-	Zednikova Mala & Veleminska (1,3 mm)
	Stejná rovina jako řezná hrana horních zubů, když jsou ústa zavřena.	Fedosyutkin & Nainys	-	Stephan & Hennenberg (-)
Šířka úst	Koutky úst jsou pod hranicí horních špičáků a třenových zubů.	Krogman & İşcan	-	Stephan (3 mm)
	Rovna vzdálenosti limbů	Prag & Neave	-	Wilkinson (2,6 mm), Stephan (2 mm)
	Vzdálenost špičáků + 57 % vzdálenosti laterální strany špičáků a středu zornice	Stephan & Hennenberg	3,4 mm	Stephan & Murphy (3 mm)
	75 % vzdálenosti horních špičáků (měřeno v centru)	Stephan & Hennenberg	3,5 mm	-
	Vzdálenost center zornic	Steward & Krogman	-	Stephan (4 mm)
	Postup na základě	Balueva	-	

	bodů na lebce			
	<i>Chelions</i> leží pod <i>infraorbital foramen</i>	Stephan & Murphy	3,3 mm	
Výška úst	Odpovídá 26 % šířky úst	Dias	3,06 mm	
	Výška zubů koreluje s výškou rtů.	Gerasimov	-	Wilkinson (90 % úspěšnost), Zednikova Mala & Veleminska (3,1 mm)
	Horní hranice naproti horní hranici řezáku	Lebedinskaya	-	Gerasimov (-), Zednikova Mala & Veleminska (3,6 mm)
	Bod ls naproti horní čtvrtině horního řezáku a bod li naproti dolní čtvrtině dolního řezáku	George	-	Zednikova Mala & Veleminska (3,6 mm)

5. Literatura

Anastassov, G. E., & van Damme, P. A. (1996). Evaluation of the anatomical position of the lateral canthal ligament: clinical implications and guidelines. *Journal of Craniofacial Surgery*, 7(6), 429-436.

Angel, J. L. (1978, February). Restoration of head and face for identification. In Proceedings of Meetings of American Academy of Forensic Science.

Balueva, T., Veselovskaya, E. V., & Kobylansky, E. (2009). Cranio-facial reconstruction by applying the ultrasound method in live human populations. *International Journal of Anthropology*, 24(2), 87-111.

Balueva, T. S., Veselovskaya, E. V., & Rasskazova, A. V. (2010). A comparison of the medieval and modern populations of the Novgorod region, based on facial reconstruction. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 38(3), 135-144.

Brooks, K. R., & Kemp, R. I. (2007). Sensitivity to feature displacement in familiar and unfamiliar faces: Beyond the internal/external feature distinction. *Perception*, 36(11), 1646-1659.

Bruce, V. (1982). Changing faces: Visual and non-visual coding processes in face recognition. *British Journal of Psychology*, 73(1), 105-116.

Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British journal of psychology*, 77(3), 305-327.

Bruce, V., Burton, A. M., Hanna, E., Healey, P., Mason, O., Coombes, A., ... & Linney, A. (1993). Sex discrimination: how do we tell the difference between male and female faces?. *perception*, 22(2), 131-152.

de Heering, A., Houthuys, S., & Rossion, B. (2007). Holistic face processing is mature at 4 years of age: Evidence from the composite face effect. *Journal of experimental child psychology*, 96(1), 57-70.

Hancock, P. J., Bruce, V., & Burton, A. M. (2000). Recognition of unfamiliar faces. *Trends in cognitive sciences*, 4(9), 330-337.

Claes, P., Vandermeulen, D., De Greef, S., Willems, G., & Suetens, P. (2006). Craniofacial reconstruction using a combined statistical model of face shape and soft tissue depths: methodology and validation. *Forensic science international*, 159, S147-S158.

Claes, P., Vandermeulen, D., De Greef, S., Willems, G., Clement, J. G., & Suetens, P. (2010). Computerized craniofacial reconstruction: conceptual framework and review. *Forensic science international*, 201(1), 138-145.

Decker, S., Ford, J., Davy-Jow, S., Faraut, P., Neville, W., & Hilbelink, D. (2013). Who is this person? A comparison study of current three-dimensional facial approximation methods. *Forensic science international*, 229(1), 161-e1.

Dias, P. E. M., Miranda, G. E., Beaini, T. L., & Melani, R. F. H. (2016). Practical Application of Anatomy of the Oral Cavity in Forensic Facial Reconstruction. *PloS one*, 11(9), e0162732.

Farah, M. J. (1991). Cognitive neuropsychology: Patterns of co-occurrence among the associative agnosias: Implications for visual object representation. *Cognitive Neuropsychology*, 8(1), 1-19.

Farah, M. J. (1996). Is face recognition 'special'? Evidence from neuropsychology. *Behavioural brain research*, 76(1), 181-189.

Fedosyutkin, B. A., & Nainys, J. V. (1993). *The relationship of skull morphology to facial features* (Vol. 199). Wiley-Liss, New York.

Gatliff, B. P. (1984). Facial sculpture on the skull for identification. *The American journal of forensic medicine and pathology*, 5(4), 327-332.

Gerasimov, M. M. (1955). The Reconstruction of the Face from the Basic Structure of the Skull. *Russia: Publisher Unknown*.

Gerasimov, M. M. (1955). *Vosstanovlenie lica po čerepu: (sovremennyy i iskopaemyj čelovek)*. A. Â. Brûsov, & Â. Â. Roginskij (Eds.). Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR.

Gerasimov, M. M. (1971). *The face finder*; translated from the German by Alan Houghton Brodrick. London, UK: Hutchinson & Co.

George, R. M. (1987). The lateral craniographic method of facial reconstruction. *Journal of Forensic Science*, 32(5), 1305-1330.

Grand, R. L., Mondloch, C. J., Maurer, D., & Brent, H. P. (2004). Impairment in holistic face processing following early visual deprivation. *Psychological Science*, 15(11), 762-768.

Guyomarc'h, P., Dutailly, B., Couture, C., & Coqueugniot, H. (2012). Anatomical placement of the human eyeball in the orbit—validation using CT scans of living adults and prediction for facial approximation. *Journal of forensic sciences*, 57(5), 1271-1275.

Haig, N. D. (1984). The effect of feature displacement on face recognition. *Perception*, 42(11), 1158-1165.

Harris, A. M., & Aguirre, G. K. (2007). Prosopagnosia. *Current biology*, 17(1), R7-R8.

Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in cognitive sciences*, 4(6), 223-233.

İşcan, M. Y., & Helmer, R. P. (1993). *Forensic analysis of the skull: craniofacial analysis, reconstruction, and identification*. John Wiley & Sons Inc.

Krogman, W. M., & İşcan, M. Y. (1986). *The Human Skeleton in Forensic Medicine* (2nd edn.) Charles C Thomas. Springfield, IL.

Lebedinskaya, G. B. (1998). *Rekonstrukcia lica po cerepu (metodiceskoje rukovodstvo)*.

McKelvie, S. J. (1976). The role of eyes and mouth in the memory of a face. *The American Journal of Psychology*, 311-323.

McKone, E., Kanwisher, N., & Duchaine, B. C. (2007). Can generic expertise explain special processing for faces?. *Trends in cognitive sciences*, 11(1), 8-15.

McKone, E., & Yovel, G. (2009). Why does picture-plane inversion sometimes dissociate perception of features and spacing in faces, and sometimes not? Toward a new theory of holistic processing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(5), 778-797.

Prag, J., & Neave, R. (1997). Making faces: using forensic and archaeological evidence [Bodies from the Bog]. *London: British Museum, ISBN 0-7141-1743-9*.

Quatrehomme, G., Balaguer, T., Staccini, P., & Alunni-Perret, V. (2007). Assessment of the accuracy of three-dimensional manual craniofacial reconstruction: a series of 25 controlled cases. *International Journal of Legal Medicine*, 121(6), 469-475.

Robinson, T. J., & Stranc, M. F. (1970). The anatomy of the medial canthal ligament. *British journal of plastic surgery*, 23, 1-7.

Rosenstein, T., Talebzadeh, N., & Pogrel, M. A. (2000). Anatomy of the lateral canthal tendon. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 89(1), 24-28.

Rynn, C., Wilkinson, C. M., & Peters, H. L. (2010). Prediction of nasal morphology from the skull. *Forensic science, medicine, and pathology*, 6(1), 20-34.

Sadr, J., Jarudi, I., & Sinha, P. (2003). The role of eyebrows in face recognition. *Perception*, 32(3), 285-293.

Sforza, C., Grandi, G., Binelli, M., Dolci, C., De Menezes, M., & Ferrario, V. F. (2010). Age-and sex-related changes in three-dimensional lip morphology. *Forensic science international*, 200(1), 182-e1.

Sforza, C., Grandi, G., De Menezes, M., Tartaglia, G. M., & Ferrario, V. F. (2011). Age-and sex-related changes in the normal human external nose. *Forensic science international*, 204(1), 205-e1.

Starbuck, J. M., & Ward, R. E. (2007). The affect of tissue depth variation on craniofacial reconstructions. *Forensic science international*, 172(2), 130-136.

Stephan, C. N. (2002). Position of superciliare in relation to the lateral iris: testing a suggested facial approximation guideline. *Forensic science international*, 130(1), 29-33.

Stephan, C. N. (2003). Anthropological facial ‘reconstruction’–recognizing the fallacies, ‘unembracing’ the errors, and realizing method limits. *Science & justice*, 43(4), 193-200.

Stephan, C. N. (2003). Facial approximation: An evaluation of mouth-width determination. *American journal of physical anthropology*, 121(1), 48-57.

Stephan, C. N., & Davidson, P. L. (2008). The placement of the human eyeball and canthi in craniofacial identification. *Journal of forensic sciences*, 53(3), 612-619.

Stephan, C. N., & Henneberg, M. (2001). Building faces from dry skulls: are they recognized above chance rates?. *Journal of Forensic Science*, 46(3), 432-440.

Stephan, C., & Henneberg, M. (2003). Predicting mouth width from inter-canine width-a 75% rule. *Journal of forensic sciences*, 48(4), 725-727.

Stephan, C. N., Huang, A. J., & Davidson, P. L. (2009). Further evidence on the anatomical placement of the human eyeball for facial approximation and craniofacial superimposition. *Journal of forensic sciences*, 54(2), 267-269.

Stephan, C. N., & Murphy, S. J. (2008). Mouth width prediction in craniofacial identification: cadaver tests of four recent methods, including two techniques for edentulous skulls. *J Forensic Odontostomatol*, 27(1), 2-7.

Stewart, T. D., & Krogman, W. M. (1962). *The Human Skeleton in Forensic Medicine*.

Taylor, K. T. (2000). *Forensic art and illustration*. CRC Press.

Whitnall, S. The anatomy of the human orbit and accessory organs of vision. 1932. *New York: Oxford University*.

Wilkinson, C. (2010). Facial reconstruction—anatomical art or artistic anatomy?. *Journal of anatomy*, 216(2), 235-250.

Wilkinson, C., Rynn, C., Peters, H., Taister, M., Kau, C. H., & Richmond, S. (2006). A blind accuracy assessment of computer-modeled forensic facial reconstruction using computed tomography data from live subjects. *Forensic science, medicine, and pathology*, 2(3), 179-187.

Wilkinson, C. M., Motwani, M., & Chiang, E. (2003). The relationship between the soft tissues and the skeletal detail of the mouth. *Journal of forensic sciences*, 48(4), 728-732.

Young, A. W., Hay, D. C., McWeeny, K. H., Flude, B. M., & Ellis, A. W. (1985). Matching familiar and unfamiliar faces on internal and external features. *Perception*, 14(6), 737-746.

Young, A. W., Hellawell, D., & Hay, D. C. (1987). Configurational information in face perception. *Perception*, 16(6), 747-759.

Zednikova Mala, P., & Veleminska, J. (2016). Vertical lip position and thickness in facial reconstruction: a validation of commonly used methods for predicting the position and size of lips. *Journal of forensic sciences*, 61(4), 1046-1054.